

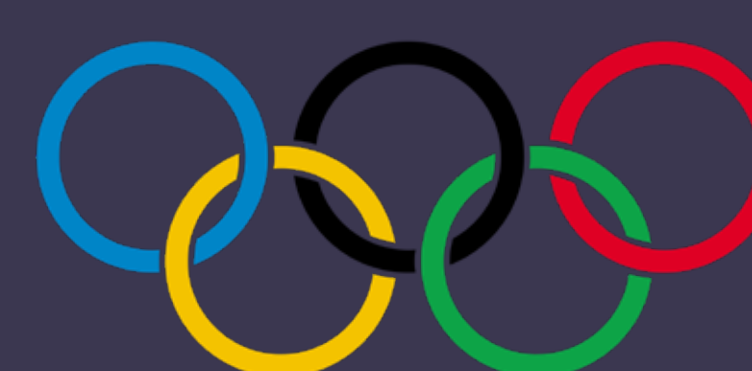
# fête de la Science

## SPORT & SCIENCE

### *Le Sport...*

Un simple loisir, un entretien physique, un plaisir pour certains, une épreuve, une compétition, une recherche de dépassement, le goût de l'effort mais aussi le respect d'autrui et de la nature pour d'autres.

### *Les Jeux Olympiques*



Pour honorer les sports et les sportifs, les Jeux Olympiques ont tout d'abord été organisés dans l'Antiquité par les Grecs (de 776 av JC à 393 après JC), dans la ville d'Olympie.

Oubliés pendant de longs siècles, les Jeux Olympiques modernes ont débuté en 1896 grâce à l'initiative du Français Pierre de Coubertin. Les Jeux Paralympiques ont eux été organisés pour la première fois en 1960.

Ces jeux sont maintenant organisés tous les 4 ans et c'est Paris qui les accueillera en 2024.

### *En quoi le Sport est-il concerné par la Science ?*

Notre exposition s'efforcera de vous le présenter en développant 3 thèmes :

- La science physique, qui explique les contraintes et les limites auxquelles le sportif est confronté,
- La technologie, qui aide le sportif en optimisant ses efforts,
- Les effets du sport sur corps humain (physiologie et médecine).

*Les sports aquatiques y seront particulièrement mis à l'honneur et seront votre fil rouge au cours de cette exposition.*



Louv' Science



VILLE DE  
LOUVECIENNES



universcience

# SPORT & SCIENCES PHYSIQUES



***Les Forces auxquelles est confronté le sportif***

## **La gravité,**

la force inexorable qu'exerce notre bonne vieille Terre sur tous les corps (humains ou artefacts)



**La pression atmosphérique,** dont les variations engendrent les vents qui freinent ou au contraire accélèrent les mouvements

## **La résistance,**

de l'air ou de l'eau qui limite les vitesses



**La poussée d'Archimède,** qui porte le nageur et assure la flottaison des bateaux

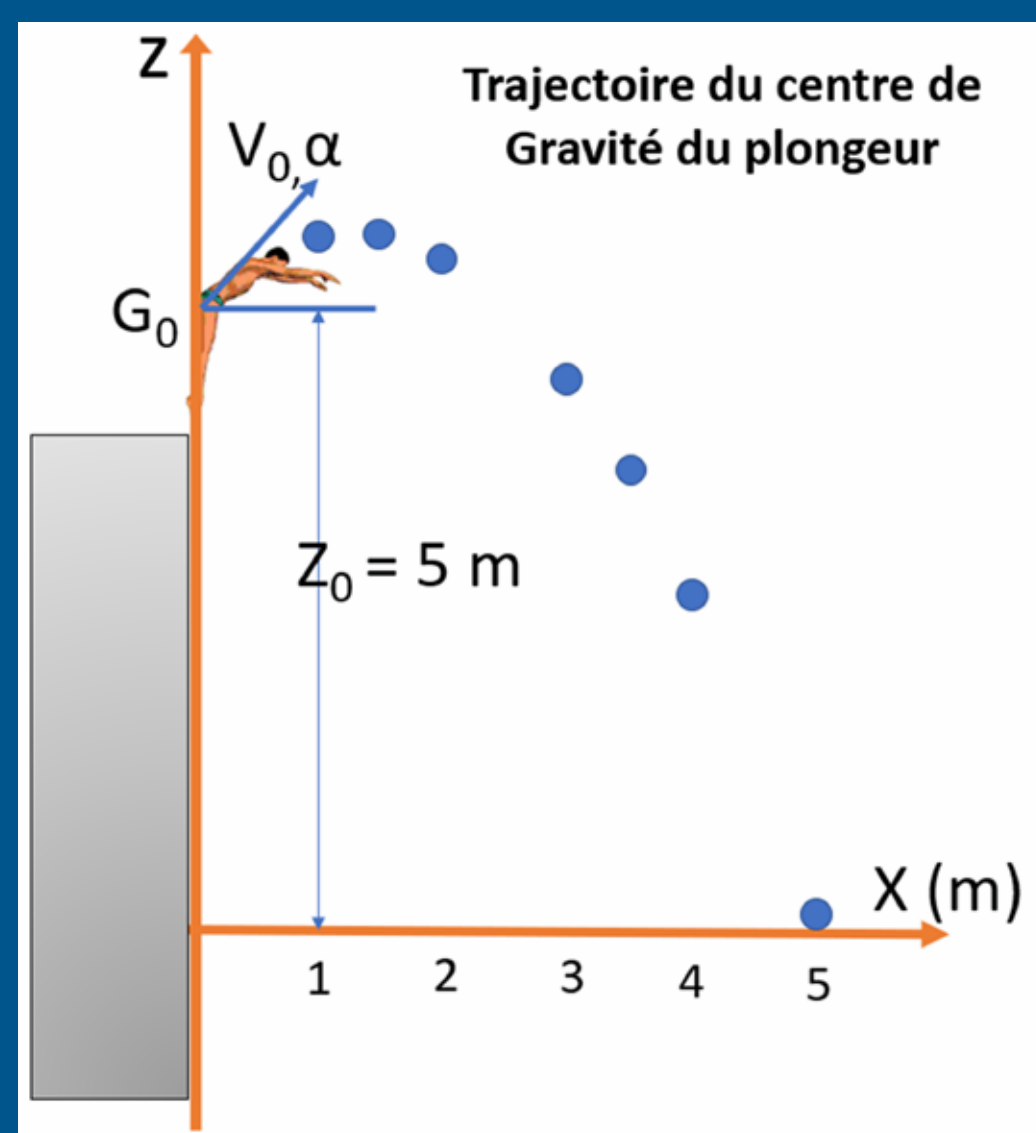


La discipline scientifique qui nous aide à comprendre et mesurer les effets de ces forces se nomme : la Mécanique et plus spécifiquement la Mécanique des fluides.

Grâce à elle on peut par exemple déterminer l'angle idéal de lancement d'un javelot ou d'un poids, modéliser et mesurer les diverses configurations de voiles et de coques de bateaux, calculer le meilleur profil d'une pagaie...

# SPORT & SCIENCES PHYSIQUES

## Mouvement dans le champ de pesanteur : la chute libre



Un plongeur s'élanche d'un plongoir à la vitesse  $V_0=5$  m/s. Son centre de gravité se trouve à 5 m du niveau de l'eau. Son élan lui permet de décoller du plongoir sous un angle de  $\alpha=45^\circ$ .

La portée est égale à 5 m, le temps de vol à 1,4 sec, et l'altitude maximum atteinte est 5,6 m à 1,5 m du plongoir. La vitesse horizontale dans l'air est constante et égale à 3,5 m/s.

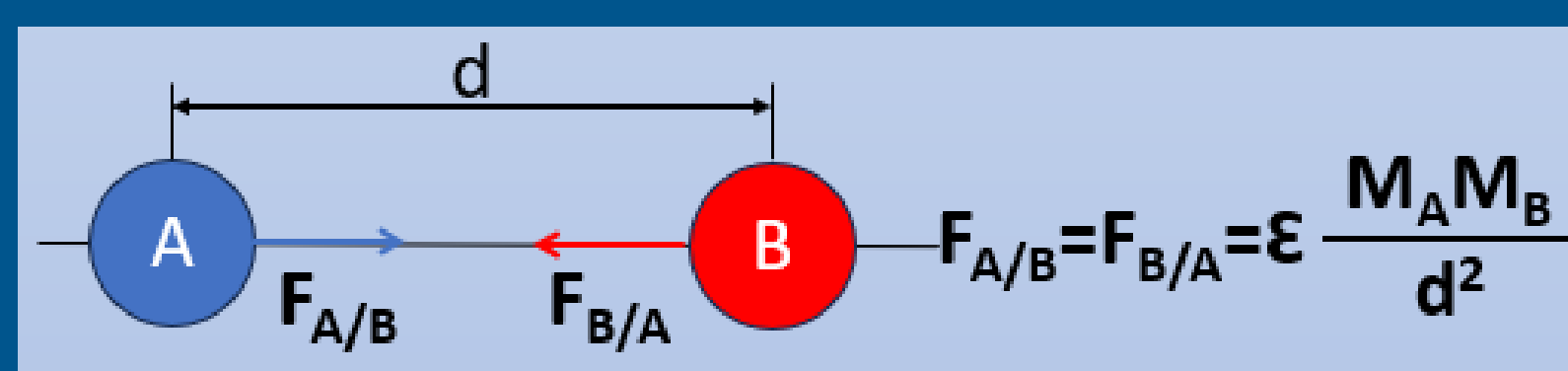
En revanche la vitesse verticale croît durant la chute et dépend de l'altitude de départ et du temps de chute. Elle atteint 5 m/s à la surface de l'eau. Dans cet exemple, les forces de frottement dans l'air sont négligeables face à l'attraction universelle.



C'est Isaac Newton qui a découvert la loi de l'attraction universelle. C'est la loi décrivant la force responsable de la chute des corps et du mouvement des objets célestes.



Deux corps de masse A et B s'attirent suivant deux forces égales et opposées, proportionnelles au produit des deux masses et inversement proportionnelles au carré de la distance qui les sépare.



$M_A, M_B$  masse respective des corps A et B  
 $d$ , distance des deux corps  
 $\epsilon$ , constante de l'attraction universelle

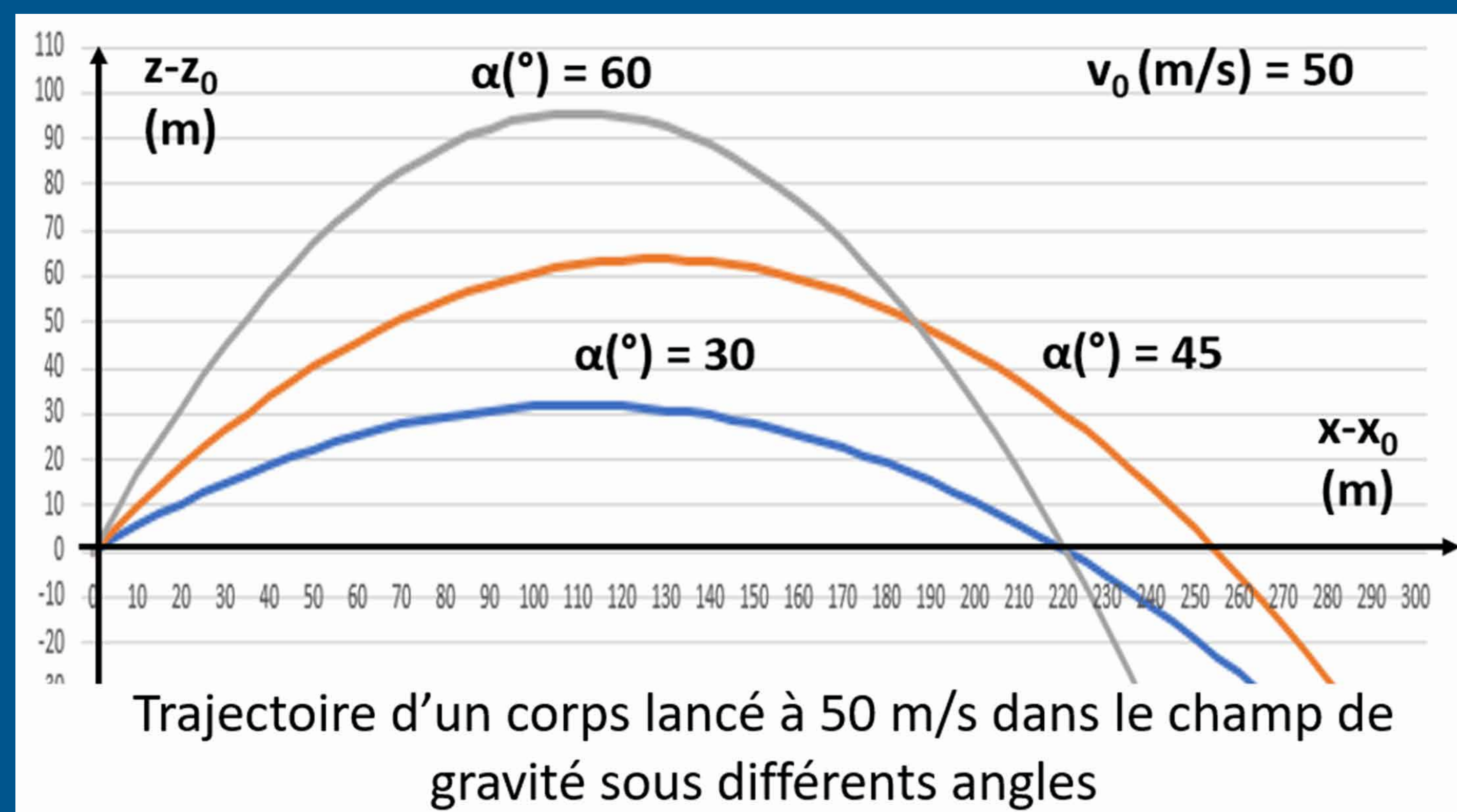
Dans le cas de la chute d'un corps sur terre, l'expression de la force d'attraction  $F$  s'écrit en considérant que  $M_A$  est la masse de la terre  $M_T$ ,  $M_B$  la masse du corps en chute libre  $m$ , et  $d$  la somme du rayon de la terre  $R_T$  et de l'altitude  $A$  :

$$F=mg \text{ où } g = \frac{\epsilon M_T}{(R_T + A)^2} \text{ est l'accélération de la pesanteur}$$

Tant que l'altitude reste faible par rapport au rayon de la terre (6400 km), on peut considérer que  $g$  est constante. La valeur de l'accélération de la pesanteur a été fixée en 1901 par la 3<sup>e</sup> Conférence générale des poids et mesures. Elle vaut :  $g = 9,806 65$  m/s<sup>2</sup>. Cela signifie qu'en chute libre, à chaque seconde, la vitesse augmente de 9,806 m/s.

Lâché sans vitesse initiale à l'altitude  $A_0$ , le mouvement du corps ne dépend que de  $g$  et de  $A_0$  et son altitude est fonction du carré du temps de chute. **Ainsi une chute de 10 m s'effectue en 1,42 s et la vitesse d'impact est de 14 m/s**, (soit de l'ordre de 50 km/h).

Lâché avec vitesse initiale  $V_0$  le corps décrira une parabole. Comme précédemment, la vitesse, le temps de vol et la portée ne dépendent que de la pesanteur et de l'altitude, ainsi que de la vitesse initiale. **La portée maximale est obtenue pour un angle de lancer de  $45^\circ$ .**



# SPORT & SCIENCES PHYSIQUES

## Statique des fluides : la poussée d'Archimède

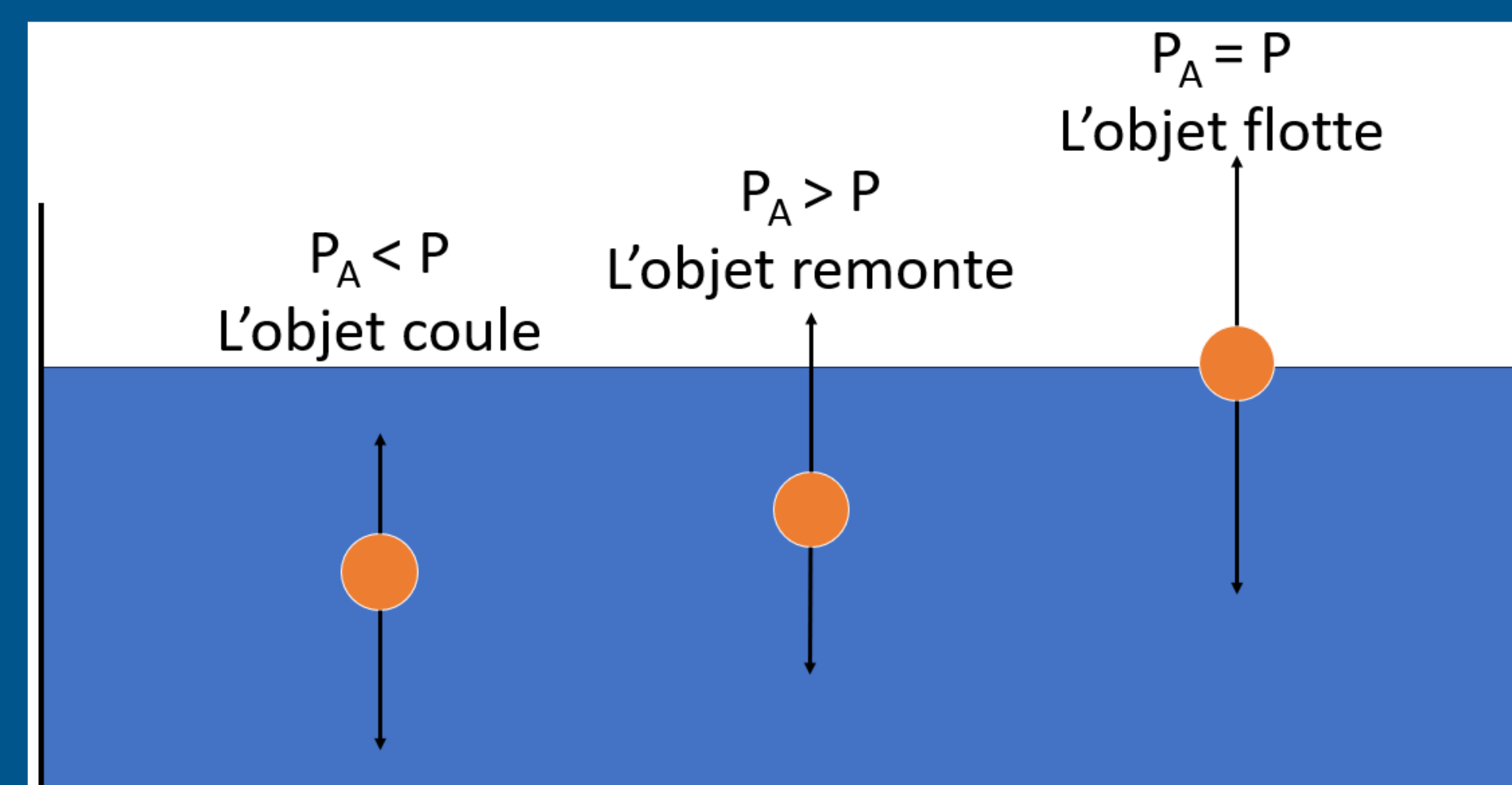
**Tout corps plongé dans un fluide au repos reçoit de la part de ce fluide une poussée égale et opposée au poids du volume de fluide déplacé par l'immersion.**



La poussée est positive si la poussée  $P_A$  exercée sur un objet immergé est supérieure à la pesanteur ( $P$ , poids du corps) qui l'attire vers le bas, l'objet surnagera.

La poussée est négative si la poussée exercée sur un objet immergé est inférieure à la pesanteur (poids du corps) qui l'attire vers le bas, l'objet s'enfoncera.

La poussée est nulle si la poussée exercée sur un objet immergé et la pesanteur (poids du corps) qui l'attire vers le bas s'équilibrent, l'objet restera stationnaire.



### Modification de la poussée :

Les poissons possèdent des caractéristiques qui leur permettent de modifier leur poussée dans l'eau. Ils nagent à diverses profondeurs au moyen de leur vessie natatoire qui renferme de l'air. Les navires, les sous-marins sont munis d'éléments semblables (ballasts) qui facilitent le déplacement à la verticale dans l'eau.

Suivant le même principe, les plongeurs utilisent parfois un gilet de stabilisation pour modifier leur poussée.



On peut aussi modifier l'altitude d'une montgolfière en chauffant le gaz contenu à l'intérieur pour augmenter la pression

### Flottaison d'un bateau :

Si l'équilibre entre le poids de l'objet et la poussée d'Archimède est atteint avant que l'objet soit entièrement sous l'eau : l'objet flotte. En revanche, si l'équilibre n'est pas atteint avant cela : l'objet va couler.

## Quand les forces de frottement et/ou la poussée d'Archimède agissent sur le mouvement.

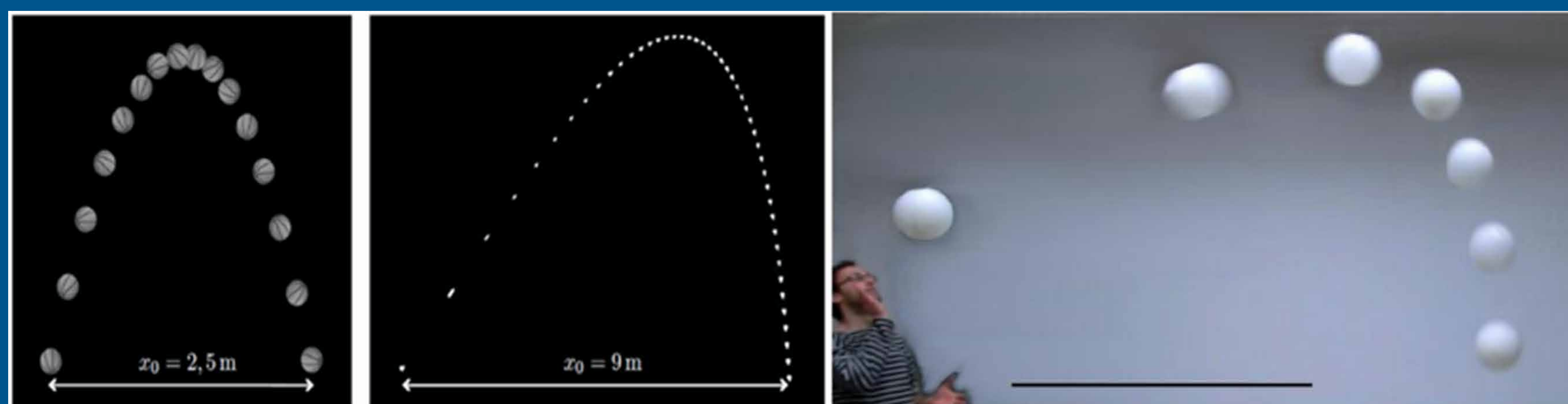
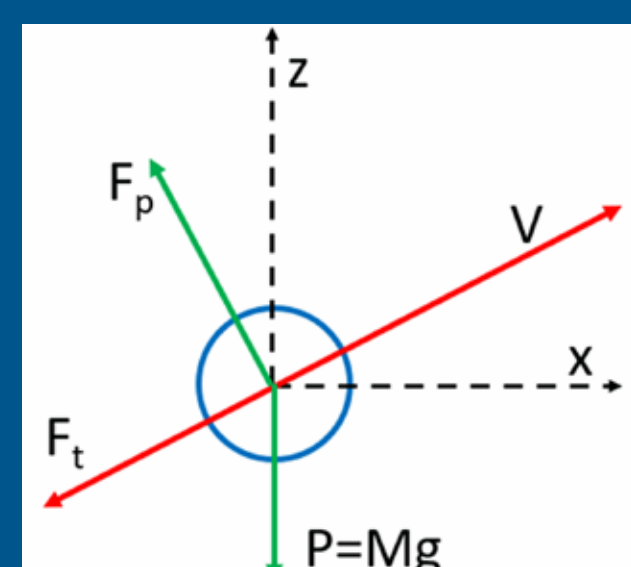
**Sous quelles conditions peut-on estimer que les forces de frottement ne sont plus négligeables devant la pesanteur ?**

Deux facteurs sont à prendre en compte :

- La vitesse maximale atteinte par le corps dans son mouvement.
- La vitesse contraire du fluide qui va tendre à immobiliser le corps. Cette vitesse s'appelle la **vitesse de lévitation**.

Ci-dessous, quelques vitesses de lévitation dans l'air rapportées aux vitesses atteintes dans quelques sports. Quand le rapport est inférieur à 1 la trajectoire est une parabole. Dans le cas d'un corps humain, la vitesse de lévitation est de 80 m/s (~< 300 km/h).

Sport	$V_{max}/V_l$
Badminton	20,4
Tennis	3,3
Ping-Pong	3,2
Golf	1,9
Volleyball	1,8
Football	1,7
Baseball	1,3
Handball	0,8
Basketball	0,5
Pétanque	0,1
Poids	< 0,1



Lorsque la vitesse de lévitation est inférieure à la vitesse de lancer, la trajectoire prend la forme d'une "Tartaglia" : à gauche, la trajectoire parabolique du ballon de basket ; au centre et à droite la "Tartaglia" d'un volant de badminton et d'un ballon de baudruche. Le joueur de badminton aura beau frapper très fort avec sa raquette, il existe un « mur invisible » que le volant ne pourra pas franchir. Contrairement à une idée commune, les trajectoires en "Tartaglia" sont les plus courantes.

Les forces qui agissent sur le mouvement sont dites aéro (hydro)dynamiques : un objet positionné dans un fluide subit une force liée à sa vitesse relative dans le fluide. La composante parallèle opposée à la vitesse, **la traînée**, correspond au frottement exercé autour d'un corps. La composante perpendiculaire, **la portance**, s'oppose au poids et permet à l'objet de se maintenir ou de s'élever dans l'air (aile d'avion) ou d'avancer contre le vent (voile de bateau). Suivant la forme du corps, portance et traînée peuvent être améliorées : c'est un compromis à trouver entre meilleure portance et plus faible traînée.

# SPORT & SCIENCES PHYSIQUES

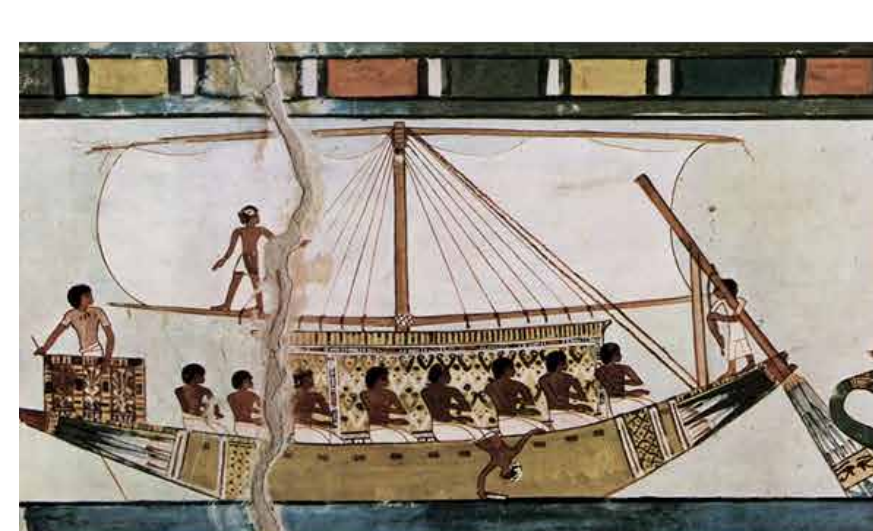
## Comment fonctionne un bateau à voile

### Le vent : à la fois moteur et résistance

Depuis des millénaires, les hommes exploitent la force du vent pour faire avancer des embarcations à voiles. L'expérience pragmatique acquise au cours des siècles a fait évoluer les types et formes de voiles et la navigation depuis les antiques radeaux munis d'une voile en travers jusqu'aux modernes voiliers naviguant au-dessus de l'eau.

### Navigation en poussée

### Navigation en finesse



Bateau égyptien, (Fresque, ~-1400)



Pirogue à balancier (Iles Viti, ~1858)



L'Hermione (~1780)



Penduick (1998)

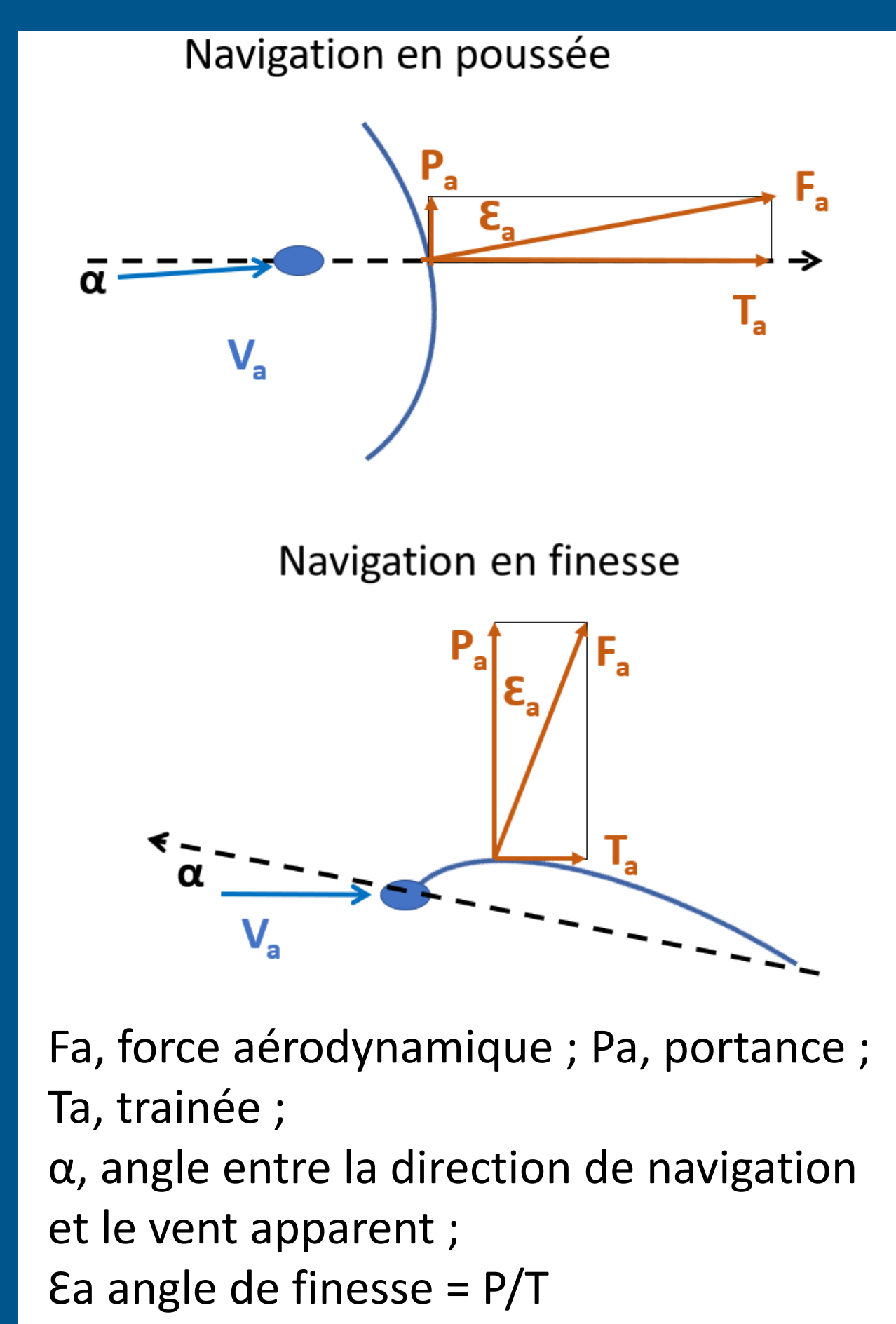


Trimaran Ultim Gitana



Classe IMOCA

### Comprendre les forces en jeu



Dans la **navigation en poussée**, l'écoulement est turbulent ; la force de propulsion, la trainée, s'exerce dans la direction de l'écoulement et la portance est faible. Ce mode de navigation illustre principalement les allures dites portantes, la remontée au vent étant difficile voire impossible.

Dans la **navigation en finesse**, l'écoulement est laminaire ; la force aérodynamique s'exerçant sur la voile a deux composantes, la portance  $P$  qui assure le mouvement contre la direction du vent et la trainée  $T$ . Le rapport  $P/T$  est appelé la finesse et l'angle  $\epsilon$  angle de finesse. Plus l'angle est petit, plus la finesse est grande, plus il est possible de remonter au vent.

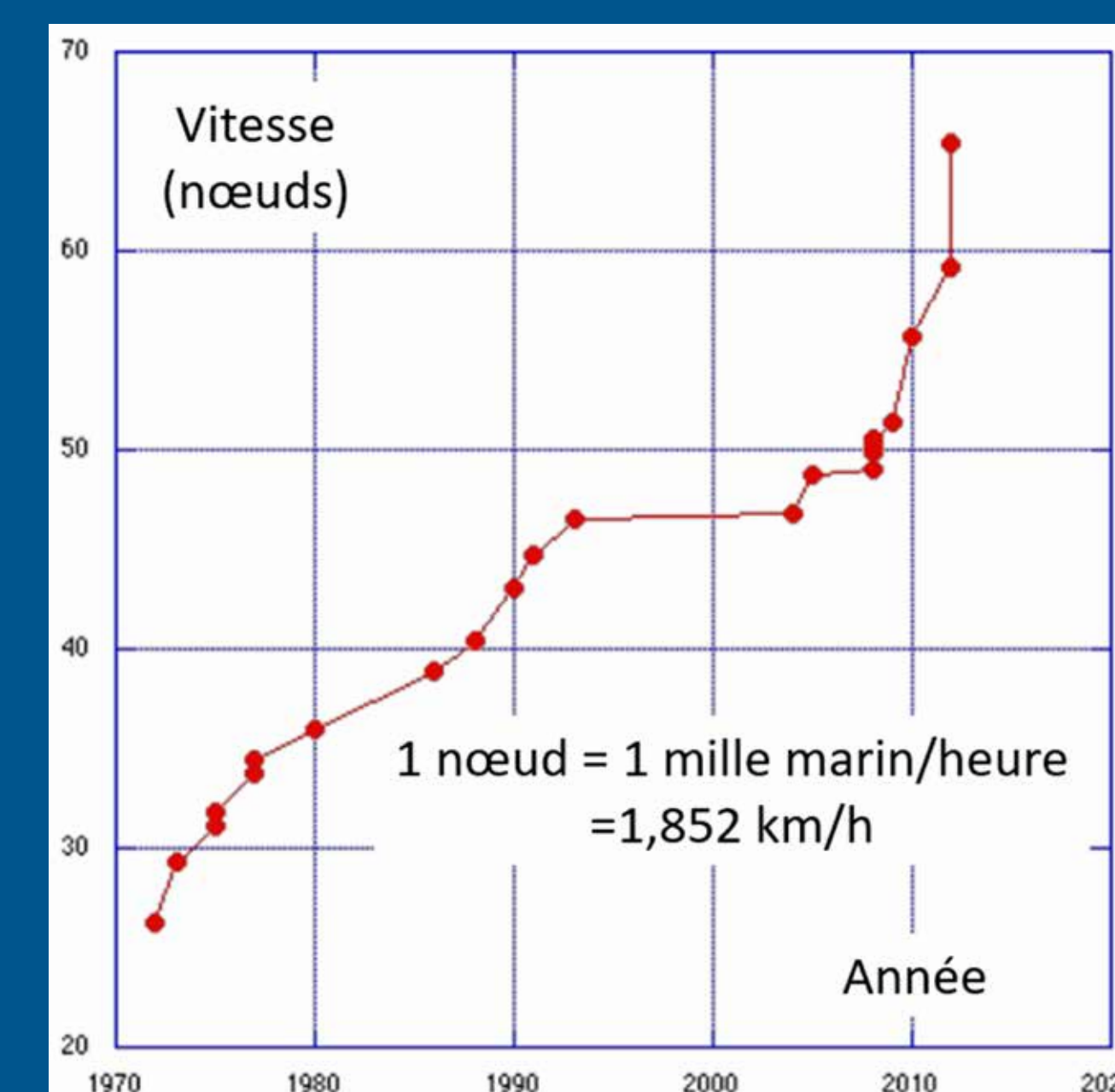
# SPORT & SCIENCES PHYSIQUES

## Toujours plus vite

Jusqu'au début du 21<sup>e</sup> siècle, on pensait que la vitesse sur l'eau était limitée par la longueur de la coque (longueur de flottaison), les records établis nécessitaient de construire des bateaux de plus en plus longs (club Med d'Alain Colas).

Le phénomène est connu et dépendait de la composition entre la vague de proue et la vague d'étrave. En interférant, ces deux vagues limitaient l'avancement du bateau quand la longueur d'onde égalait la longueur de la ligne de flottaison.

Aujourd'hui, les techniques utilisées pour améliorer la flottaison et la stabilité permettent de s'affranchir de cette limite et de diminuer la partie immergée de la coque.



## Toujours plus vite : améliorer la flottaison

La plupart des bateaux qui flottent à la surface de l'eau utilisent une **flottaison dite statique** dans laquelle la poussée d'Archimède compense le poids. Naturellement plus ces bateaux sont lourds, plus ils déplacent un volume d'eau important et une part de l'énergie de propulsion est dépensée pour mouvoir ce volume au détriment de la vitesse.

Aujourd'hui, la **flottaison dynamique** permet de diminuer le volume immergé en permettant au bateau de déjauger. Pour cela il faut jouer sur la forme de la coque en constituant des appuis qui vont sortir progressivement la coque de l'eau (bateaux planant), ou mettre des ailes sous l'eau (foils), qui, en composant incidence et vitesse produisent progressivement une force verticale qui permet de sortir le bateau de l'eau (c'est le cas du trimaran Ultim Gitana, à plus de 40 nœuds, ~80 km/h et du classe IMOCA). Dans ce cas, la partie immergée du bateau devient très faible.



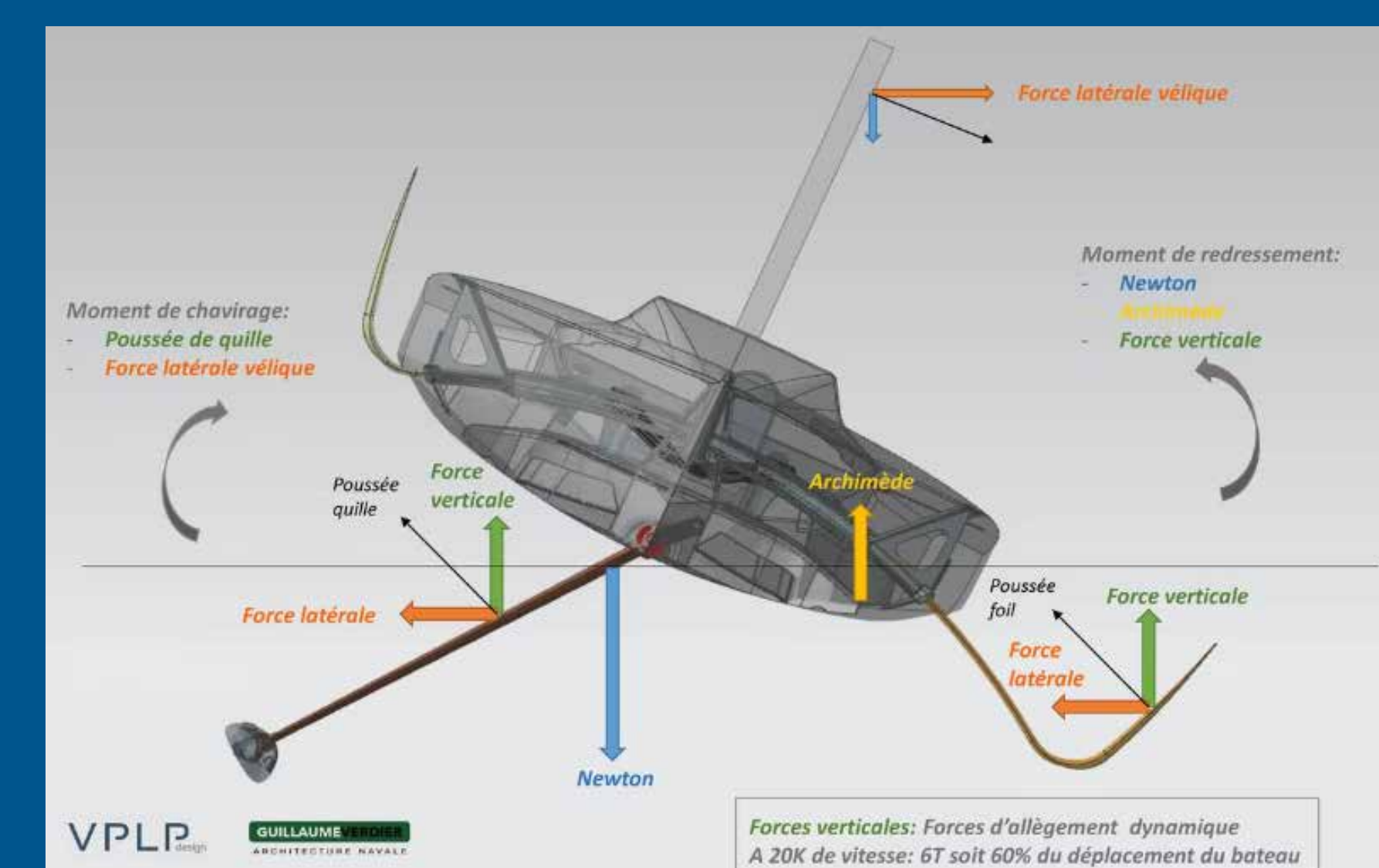
Le Vestas Sailrocket 2 est un voilier construit en 2011 à East Cowes sur l'île de Wight, qui a battu le record du monde de vitesse pour un bateau à voile le 24 novembre 2012 en Namibie, avec une vitesse, sur 500 m, de 121,1 km/h (65,45 nœuds), et une pointe à 68,01 nœuds sur une seconde. Le record du mille nautique a également été battu, avec une moyenne de 55,32 nœuds.

C'est un bateau de type "prao" long de 12,2 m pour une largeur de 12,2 m pesant 275 kg à vide. Son gréement se compose d'une aile rigide de 22 m<sup>2</sup>.

## Toujours plus vite : améliorer la stabilité

La stabilité du bateau était traditionnellement obtenue par le poids. Dans la navigation ancienne, on disposait au fond du bateau des charges supplémentaires (gueuses en fonte) en plus de la charge transportée. Ceci permettait de baisser le centre de gravité. Puis on a disposé du lest en bas de quille afin de compenser le couple exercé par la force aérodynamique sur les voiles. Ainsi, en 2007, les bateaux de la classe America, mesuraient en moyenne 25 mètres pour un déplacement de 24 tonnes (dont 19 tonnes de lest, 80% du poids), un mât de 35 mètres et une surface vélique de 325 m<sup>2</sup> au près et de 750 m<sup>2</sup> au portant.

Aujourd'hui, la tendance est de substituer la stabilité de forme à la stabilité de poids. C'est le cas des bateaux du Vendée Globe de type Imoca qui combinent du lest mobile orientable pour augmenter le couple de redressement, des ballasts qu'on vide ou remplit selon les allures, des foils et une coque très large.



C'est aussi le cas des multicoques, qui n'ont pas de lest, conçus sur le modèle des pirogues à balancier. Ce sont des bateaux très larges, dont la stabilité est assurée par les flotteurs. Le flotteur sous le vent s'appuie dans l'eau et la poussée d'Archimède est déplacée au voisinage de ce flotteur. Ces bateaux sont légers et si en plus on leur adapte des foils, ils sortent de l'eau et deviennent très rapides.

# SPORT, SCIENCES & TECHNIQUES

## Évolution des voiles

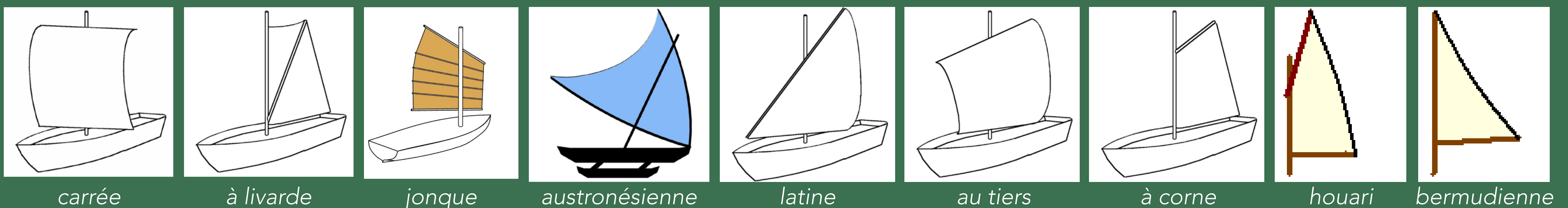


Exemple de voiles variées : ORP Iskra (1982), un trois-mâts goélette gréé avec un phare carré au mât de misaine (avec focs), un gréement à corne sur le grand mât (avec flèche et voiles d'étais) et une voile bermudienne au mât d'artimon (avec voiles d'étais).

Selon les siècles ou les régions du monde, les voiles ont eu des formes et des caractéristiques différentes. Des voiles carrées, en navigation en poussée, aux voiles bermudiennes (ou Mercury), en navigation en finesse.

Compte-tenu de ses meilleures performances, en particulier pour remonter au vent et pour minimiser les tourbillons d'extrémité de voile, ce sont les voiles bermudiennes, complétées par une voile d'avant, qui sont utilisées en compétition depuis plus de cinquante ans.

Elles ont subi de grandes évolutions :



### Augmentation de la surface de voilure :

Pour aller plus vite, le plus simple est d'augmenter la taille du moteur, c'est-à-dire l'influence du vent en augmentant la taille des voiles :

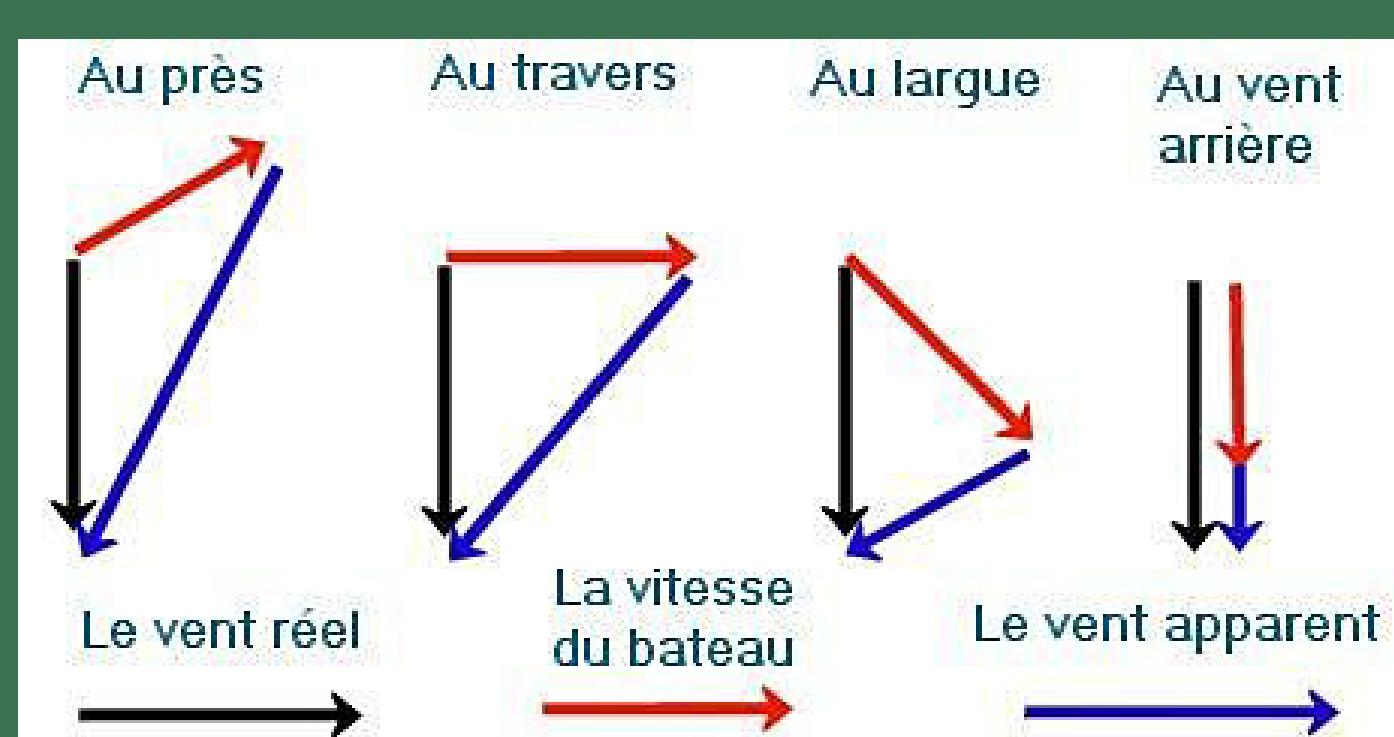
- Augmentation de la taille du mât : cela réhausse le centre de poussée, obligeant à augmenter la taille de la quille et la traînée.
- Augmenter la taille de la grand-voile et déplacer le centre de poussée vers l'arrière. Ces deux options ont également le même défaut : la prise de ris pour réduire la voilure par gros temps sur des immenses grands mâts est complexe.
- Augmenter la taille de la voile d'avant : c'est la solution la plus généralement utilisée : cela a été d'abord les spinnakers (voile immense utilisée pour les allures proches du vent arrière), mais les bateaux modernes étant plus rapides aux allures proches du vent de travers, ils ont été supplantés par des gennakers qui peuvent atteindre 2 fois la surface des grands voiles, De plus ces voiles utilisent des enrouleurs d'étais, rendant très faciles les manœuvres de réduction de voilure.



Spinnakers – Photo Ultimate Sailing



Maxi Banque Populaire XI sous Gennaker  
Photo Nauti Channel



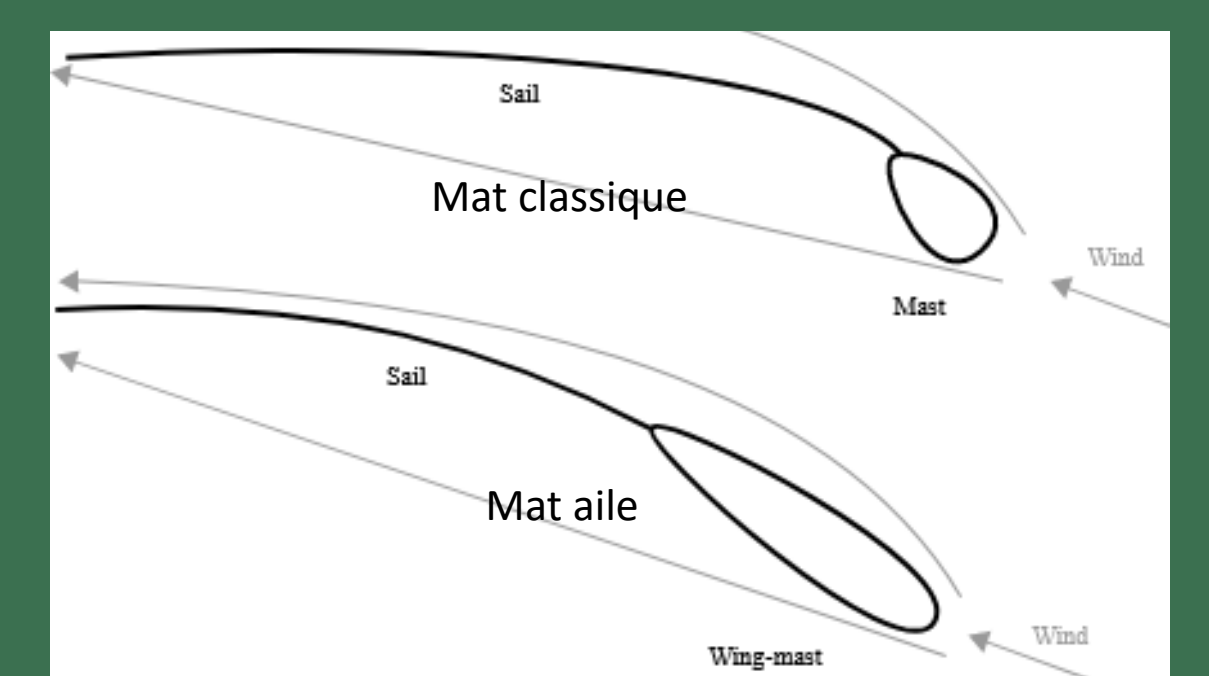
### Gestion du vrillage de la voile :

Le vent qui agit sur les voiles est le vent apparent (combinaison vent réel et vitesse du bateau). Ce vent évolue selon l'allure (orientation du bateau par rapport au vent réel). Le vent réel forcit avec la hauteur (+10% sur 10 mètres), dont le vent apparent n'est plus le même en haut du mât et il faut adapter le profil de la voile :

- Utilisation de lattes intégrées aux voiles et dont la structure et la matière imposent une forme à la voile,
- Plus récemment, utilisation de voiles en matériaux synthétiques qui permettent de construire la forme de la voile,
- Utilisation de rails de grand-voile, en plus de l'écoute, permettant de mieux contrôler cette forme.

### Amélioration de l'aérodynamique de la voile :

Pour qu'une voile soit le plus efficace, il faut avoir un écoulement le plus laminaire possible en supprimant les turbulences. La différence d'épaisseur entre un mât classique et la voile étant une source de turbulence, on a cherché à se rapprocher d'une aile d'avion en modifiant la section des mâts, ce qui a donné les mâts aile. Ces mâts sont fixés au bateau par une rotule en inox permettant au mât de s'orienter :



- soit en rotation par rapport à l'axe du bateau pour maintenir une prise au vent optimale de la voile,
- soit latéralement pour compenser la gîte du bateau et conserver l'orientation prévue lors de leur conception.

# SPORT, SCIENCES & TECHNIQUES

## Voiles et matériaux

Pour mieux utiliser la force du vent, l'homme a accroché à un bois dressé, le mât, un morceau d'étoffe : la voile. Les premières voiles furent tissées à partir de fibres végétales issues du chanvre, du lin ou du coton. Ces matériaux naturels se dégradent sous l'agression de la lumière (les UV), de l'humidité et des moisissures.

Pour y remédier, on procède à une imperméabilisation (ou cachoutage) : les toiles sont plongées dans des bains chauds renfermant des extraits de plantes dont l'écorce est riche en tannins, en particulier les arbres à "cachous" ou cachoutier.



L'emblématique bateau anglais le Cutty Sark est un trois mât qui servit au commerce du thé avec la Chine et de la laine néo-zélandaise depuis son lancement en 1869. Il faisait l'aller-retour Asie-Angleterre en un peu moins de 4 mois. Il était équipé de 34 voiles pour une surface de 3 000 m<sup>2</sup>.

Longueur : 85,4 m ; vitesse : 17,5 nœuds ; équipage : 28 - 35 marins

## Enfin le Nylon vint !

La découverte du nylon révolutionna la chimie des fibres synthétiques.

Il a été inventé en 1935 par un chimiste américain de génie, Wallace Carothers, qui travaillait pour la grande société chimique Du Pont de Nemours. Le brevet fut pris en 1938 et la production industrielle démarra en 1938.



Le sais-tu ?

Le nylon sous forme de fils donne un tissu qui s'apparente à la soie alors importée du Japon. C'est un tissu léger, résistant, flexible, qui sèche vite. Les bas "nylon" connaissent un succès inouï : 800 000 paires sont vendues en 24 heures le jour de leur mise sur le marché, le 15 mai 1940 ! Il est utilisé dans la fabrication des brosses à dents, des filets de pêche, des sous-vêtements, les voiles de bateau...



En 1942, toute la production de nylon est absorbée par l'effort de guerre. Les parachutes du Débarquement de 1944 sont en nylon.

## Le monde des fibres synthétiques :

Carothers est à l'origine de la science des polymères dont la liste ne fait que s'allonger.

- En 1940, des chimistes français de la Société Organico inventent le Rilsan, produit à partir de l'huile de ricin. Il est très résistant aux produits chimiques et aux chocs. Ce matériau, très léger, est idéal pour les filets de pêche, les lunettes, les casques.
- Le Kevlar est inventé par la société Du Pont en 1964. Commercialisé en 1971, c'est une fibre synthétique qui est cinq fois plus résistante que l'acier à poids égal et beaucoup plus légère. C'est la fibre la plus utilisée pour les voiles de compétition. C'est aussi l'incontournable matériau des accessoires de moto (jeans, gants, casques...) et... des gilets pare-balles.
- Le PET (Polyéthylène téréphtalate) provient de matériaux pétrosourcés. Il est très utilisé en agro-alimentaire, en particulier pour les bouteilles, car c'est un matériau peu onéreux et en partie recyclable.

## La fibre de Carbone, les matériaux composites

La fibre de carbone est du carbone pur. Elle est utilisée généralement sous la forme d'un tissu multicouche enduit de résine. Son poids est minime, sa résistance à la traction est quatre fois supérieure à celle de l'acier. On l'utilise pour les carrosseries de voiture, les fuselages d'avion, le spatial. Les voiles modernes utilisent plusieurs matériaux déposés en couches successives : ce sont des composites. Leur fabrication utilise des robots.



## Et maintenant : des voiles "solides" ou rigides

De grands bateaux de croisière utilisent un "sandwich" en fibre de verre, en fibre de carbone et en résine époxy. Les chantiers de l'Atlantique ont ainsi produit des voiles de 1 000 m<sup>2</sup> pour le projet "Solid sail".



VILLE DE  
LOUVECIENNES



Louv'Science

fête de la  
Science



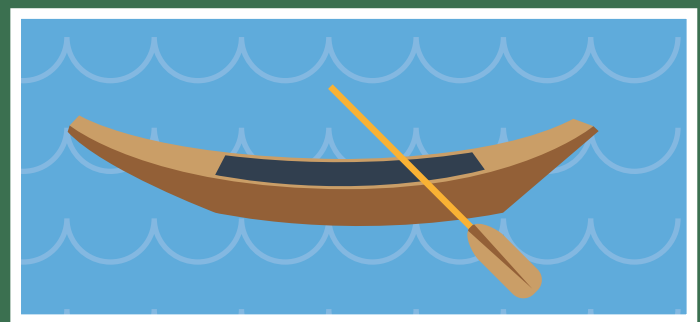
# SPORT, SCIENCES & TECHNIQUES

## Coques et matériaux

Depuis les temps les plus reculés, l'homme a voulu se déplacer sur l'eau pour explorer, faire du commerce, faire la guerre, trouver de meilleures conditions de vie.



Le **radeau** aurait été un de ses premiers moyens de locomotion sur l'eau. Constitué d'un assemblage de troncs d'arbres, de planches, de roseaux..., il est facile à construire. Il est idéal pour descendre les fleuves et les rivières. Et équipé d'une voile, il permet d'affronter les mers et les océans.



Quant à la **pirogue**, elle est creusée à l'origine dans un tronc d'arbre, formant une coque. Elle est encore très utilisée, mue à la rame ou à la voile, avec ou sans balancier.

Nos bateaux contemporains sont toujours constitués d'un flotteur fermé comprenant la coque et parfois d'un pont qui la recouvre. C'est la poussée d'Archimède qui permet au bateau de flotter, le flotteur doit donc être plus léger que la masse d'eau correspondant à son volume.

Un bateau monocoque a une seule coque, un catamaran deux, un trimaran trois.



Le sais-tu ?

Un pari fou ! En 1947, Thor Heyerdahl, un chercheur navigateur norvégien, a voulu démontrer que la Polynésie a pu être peuplée par des Amérindiens partis des côtes du Sud de l'Amérique. Pour valider cette hypothèse, il monte l'expédition du Kon-Tiki.

A partir des côtes péruviennes, il atteint une île des Tuamotou en trois mois et demi et après un périple de 8 000 km ! Son embarcation est un radeau constitué de troncs de balsa et équipé d'une voile. Le balsa est un arbre très commun en Amérique du Sud, très tendre et surtout jusqu'à 2 fois plus léger que le liège ( $140\text{Kg/m}^3$ , soit un tiers de la densité du bois commun).

Le sais-tu ?



Vers 1670, Colbert, alors Secrétaire d'État à la Marine, fait planter un million d'hectares de chênes sessiles dans la forêt de Tronçais, au Nord de l'Allier. La Marine Royale devait pouvoir rivaliser avec la Royal Navy du Roi d'Angleterre !

### Les matériaux des coques :

- La coque des premiers bateaux était en **bois**, matériau utilisé encore aujourd'hui pour certains bateaux de plaisance, les yachts de luxe en particulier. Le contreplaqué est beaucoup plus résistant que le bois massif.



Mais la coque en bois est fragile. Un exemple marquant est celui de l'Hermione, un navire de guerre français qui conduisit le marquis de La Fayette aux États-Unis en 1780, et qui coula 13 ans plus tard en heurtant un rocher au sortir de l'estuaire de la Loire.

- L'**acier** (en particulier inoxydable) est le métal de prédilection de la plus grande partie de la flotte mondiale commerciale et militaire.
- L'**aluminium** résiste à la corrosion, sa légèreté en fait le matériau de choix pour les bateaux de croisière et de compétition.
- Les coques modernes sont "moulées" avec des **matériaux plastiques et composites**. Le composite le plus répandu est constitué d'une matrice polyester (issue de la chimie du pétrole), renforcée par des fibres de verre ou des fibres de carbone.



# SPORT, SCIENCES & TECHNIQUES

## Toujours plus vite : histoire d'un record La traversée de l'Atlantique Nord à la voile

La traversée s'effectue du phare d'Ambrose (New-York) au cap Lizard (Cornouailles).  
La distance est d'environ 2 880 milles marins (5 330 km).

**1905**  
**Charlie Barr**  
**sur Goélette Atlantic**

Longueur de coque : 69,00 m



Premier record lors de la Kaiser's Cup, course transatlantique organisée par l'Empereur Guillaume II.  
Goélette 3 mâts Atlantic (Plan Gardner)

**Record : 12 jours, 4 heures, 1 minute et 39 secondes**

**1980**  
**Eric Tabarly**  
**sur Paul Ricard**

Longueur de coque : 16,50 m



Bien que la technologie ne lui permît pas de décoller, le bateau Paul Ricard était équipé de petits flotteurs latéraux munis de plan porteur, ce n'était pas un véritable trimaran !

**Record : 10 jours, 5 heures, 14 minutes et 20 secondes**

**1981**  
**Marc Pajot**  
**sur Elf Aquitaine 1**

Longueur de coque : 18,00 m



Maxi catamaran conçu pour la course au large.  
Ce sera un précurseur des vrais catamarans de course.

**Record : 9 jours, 10 heures, 6 minutes et 34 secondes**

**1987**  
**Philippe Poupon**  
**sur Fleury Michon VIII**

Longueur de coque : 22,85 m

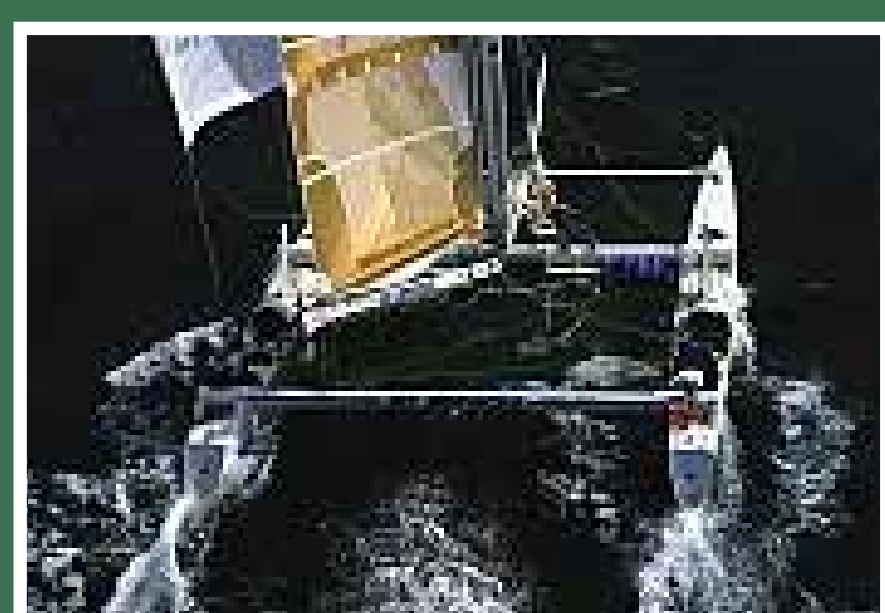


Ce trimaran équipé de foils avait comme objectif une victoire sur la Route du Rhum. Après sa victoire, il bat le record de traversée de l'Atlantique Nord.

**Record : 7 jours, 12 heures, 49 minutes et 34 secondes**

**1990**  
**Serge Madec**  
**sur Jet Service V**

Longueur de coque : 22,85 m



D'une conception très minimaliste (carènes hyper tendues, pas de nacelle centrale, bras cylindriques et démontables), Jet Service V est léger et très rapide.

**Record : 6 jours, 13 heures, 3 minutes et 32 secondes**

**2001**  
**Steve Fossett**  
**sur PlayStation**

Longueur de coque : 37,90 m



Ce maxi-catamaran fait une taille gigantesque (37,90 sur 18,20 m) avec une surface de voile pouvant dépasser 1000 m<sup>2</sup> mais n'est pas équipé de foils.

**Record : 4 jours, 17 heures, 28 minutes et 6 secondes**

**2007**  
**Franck Cammas**  
**sur Groupama 3**

Longueur de coque : 31,50 m



Sans recourir au gigantisme, ce nouveau trimaran est équipé de foils lui permettant réellement de "décoller".

**Record : 4 jours, 3 heures, 57 minutes et 54 secondes**

**2009**  
**Pascal Bidégorry**  
**sur Maxi Banque Populaire V**

Longueur de coque : 40,00 m



C'est le plus grand trimaran du monde (avec une surface d'environ 4 cours de tennis) ! Il a été conçu avec les dernières technologies pour un équipage de 13 personnes.

**Record : 3 jours, 15 heures, 25 minutes et 48 secondes**



VILLE DE  
**LOUVECIENNES**



**Louv'Science**

**fête de la  
Science**

# PHYSIOLOGIE & SANTÉ

*Le sport permet de développer la force musculaire, l'endurance, la vitesse et la souplesse des articulations. Il peut aussi améliorer les propriétés cognitives et la plasticité cérébrale en renforçant les connexions nerveuses.*

*Et si observait le corps humain d'un peu plus près ?*

## Le squelette

Il est constitué de 206 os de formes, tailles et fonctions différentes. Il représente  $\frac{1}{4}$  du poids des individus adultes. Il supporte et charpente le corps, protège les organes internes.

Les os sont constitués des tissus vivants qui renferment des vaisseaux sanguins, des nerfs et des cellules. Ils sont solides mais aussi fragiles et peuvent se briser (se fracturer) lors d'une chute ou d'un choc.

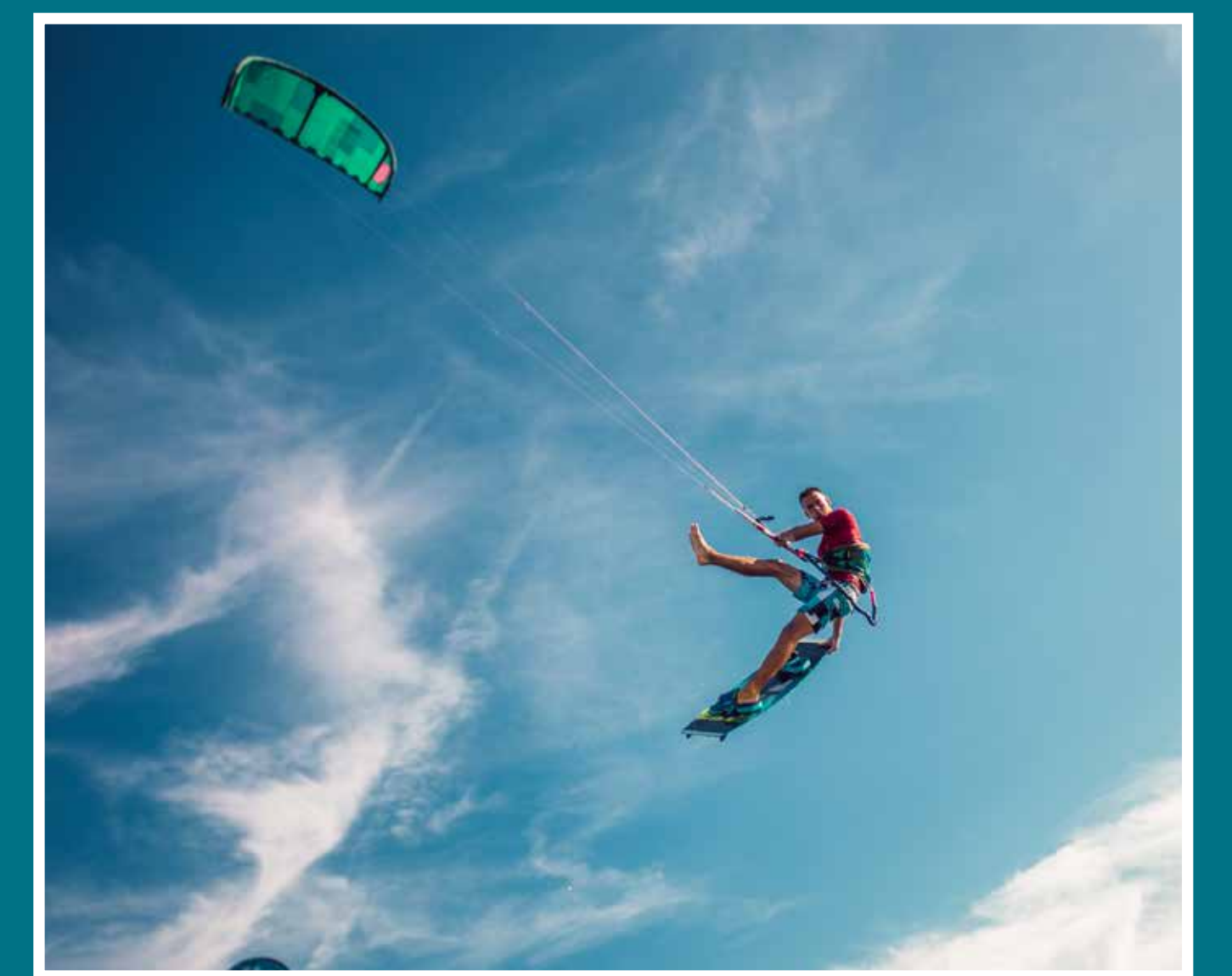
Heureusement, ils peuvent se reconstituer en quelques semaines grâce aux ostéoblastes, les cellules souches présentes dans la moelle osseuse.

### Des sports aquatiques sollicitant le squelette :



Le kitesurf est l'un des sports aquatiques des plus traumatisants (pour le squelette).

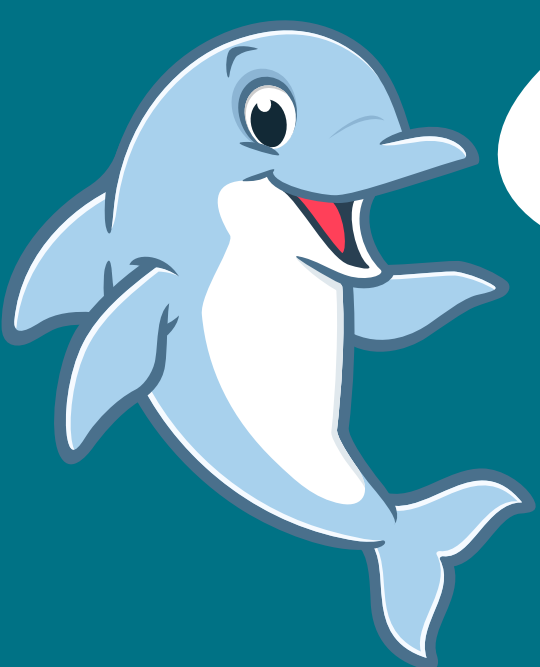
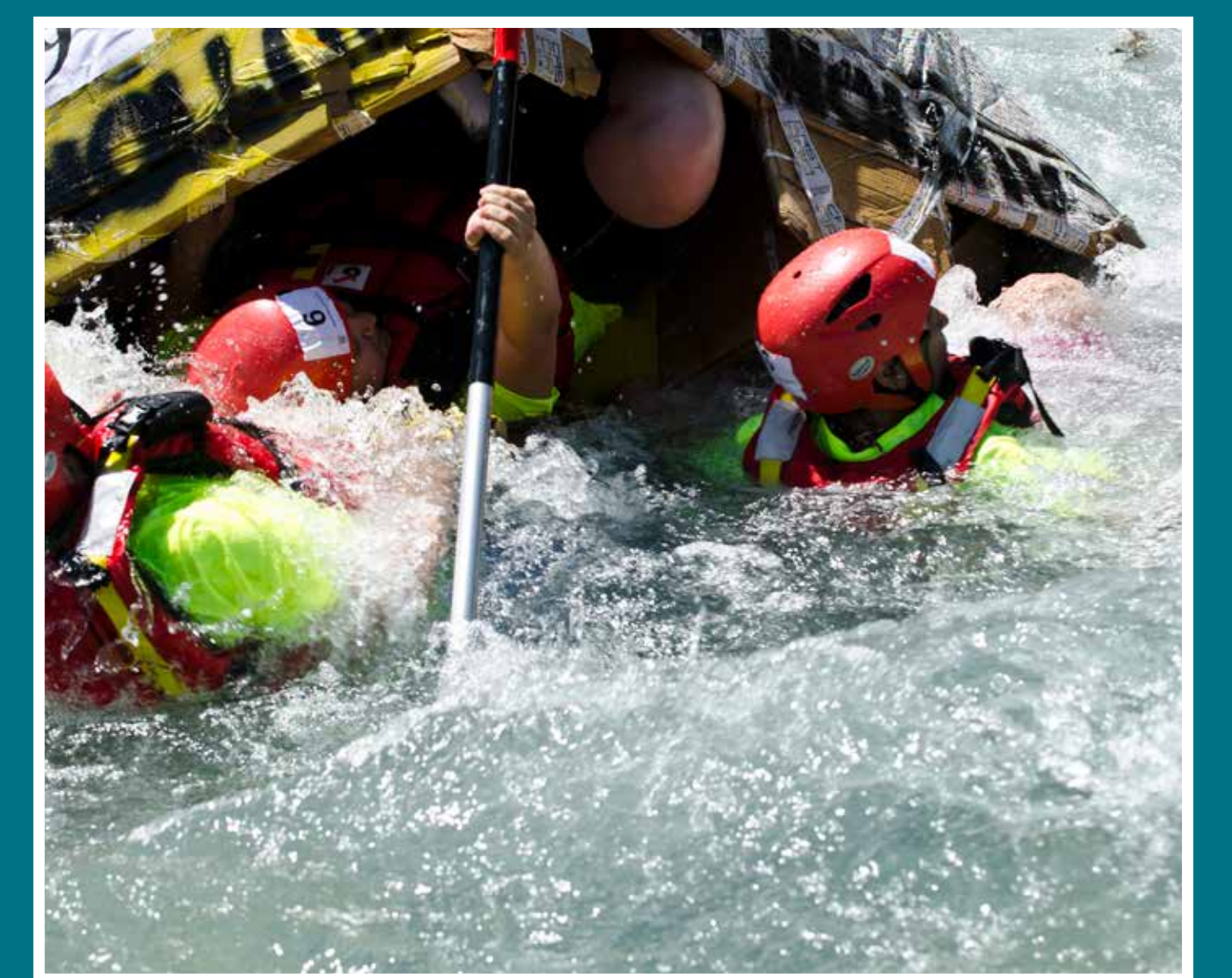
Les athlètes, munis d'un harnais, surfent sur des vagues. Montés sur une planche à voile et tractés par un cerf-volant, ils exécutent sauts et figures acrobatiques.



Sans oublier le raft (ou rafting).

Ce sport est pratiqué en eau vive sur un radeau pneumatique, muni d'un casque et d'un gilet de sauvetage.

Certains raids peuvent faire plus de 1 000 km sur des rivières et torrents classés selon leur difficulté.



**Le sais-tu ?**

*L'ostéoporose est une maladie du squelette, caractérisée par une diminution de la masse de l'os et une détérioration de la structure interne du tissu osseux. Chez les personnes âgées en particulier, elle rend les os plus fragiles et accroît donc considérablement le risque de fractures.*

*L'exercice physique a un effet bénéfique sur la Densité Minérale Osseuse (évaluée par ostéodensitométrie) en stimulant la production osseuse, en particulier les activités (comme la marche) sollicitant le poids du corps sur le squelette. Les activités réalisées dans l'eau et dites "portées" comme la natation, où les contraintes du poids du corps sont plus faibles, impactent moins la production de l'os.*

*Et si mamie choisissait donc un sport où elle reste debout sur ses 2 pieds, comme le surf ?*



VILLE DE  
LOUVECIENNES



Louv'Science

fête de la  
Science

# PHYSIOLOGIE & SANTÉ

## Les muscles



On en distingue 3 sortes :

- Les muscles lisses, qui se meuvent indépendamment de notre volonté (ceux de la vessie par exemple)
- Le muscle cardiaque, un muscle bien à part grâce à son fonctionnement automatique.
- Les 600 muscles striés squelettiques (reliés au squelette) permettent les mouvements :
  - Ils sont constitués de fibres musculaires groupées en faisceaux qui peuvent se contracter, entraînant un raccourcissement des muscles qui se contractent à leur tour.
  - Les tendons, la partie des muscles en forme de cordons, tirent alors sur les os, permettant leurs mouvements. Ils sont sous le contrôle du système nerveux central et donc de notre volonté.

Leur bon fonctionnement nécessite une source d'énergie sous forme de sucres issus de l'alimentation (glucose) ou stockés dans le muscle (glycogène), et d'oxygène ( $O_2$ ) prélevé dans l'air ambiant par les poumons.

La circulation sanguine permet de véhiculer ces produits dans le muscle et d'évacuer le dioxyde de carbone ( $CO_2$ ). Le cœur bat plus vite pour augmenter l'apport sanguin dans le muscle et la respiration s'accélère pour absorber plus d' $O_2$ .

Les mouvements s'effectuent grâce à la coordination des os, des muscles et des articulations (endroit où 2 os sont en contact). Ces articulations doivent résister à l'usure.



Le sais-tu ?

*En absence de repos musculaire suffisant et adapté, le muscle peut produire de l'acide lactique et devenir douloureux : c'est la crampe ! Le sportif doit s'arrêter pour récupérer. Et boire beaucoup d'eau !*



## Chaque sport nécessite la collaboration de différents muscles

La natation sollicite ainsi le muscle ischio-jambier qui permet à la cuisse de se lever et s'abaisser. Les muscles du dos et des côtes permettent au corps de rouler les hanches. Le deltoïde, placé dans l'épaule et le triceps donnent sa mobilité au bras.

*A propos des piscines :*

*La conception de piscines modernes inclut obligatoirement la prise en compte des aspects durabilité : évaluation des émissions de Gaz à Effets de Serre (GES) dont le  $CO_2$  "contenu" dans les matériaux de construction, recherche de matériaux bio-sourcés, énergie nécessaire au réchauffement de l'eau, traitement pour éliminer les pathogènes...*

*Une piscine moderne cherche à être un BEPOS (Bâtiment à Energie Positive), les toits se couvrent de panneaux solaires et toute source chaude est examinée pour être réutilisée.*



Le sais-tu ?

# PHYSIOLOGIE & SANTÉ

## Les organes

Les organes du corps humain, constitués de muscles et de tissus mous, travaillent en équipe pour activer les systèmes essentiels à la vie. Le cœur fonctionne comme une pompe, distribuant le sang dans le corps pour fournir aux cellules  $O_2$  et éléments nutritifs. Le cerveau est la tour de contrôle, interprétant nos sensations (froid, chaud, faim, douleur) et nos besoins. Il est divisé en différentes zones qui ont chacune une tâche bien précise. Il génère des signaux nerveux pour commander nos activités corporelles, mais aussi la mémoire.

Regardons d'un peu plus près les systèmes essentiels à la pratique d'un sport !

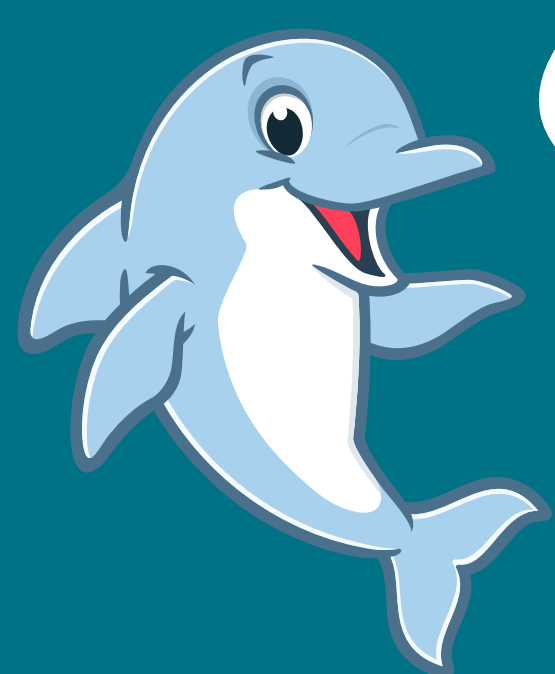
## Le système nerveux

Il est constitué par l'encéphale, la moelle épinière, les nerfs et des milliards de neurones reliés entre eux. Il assure la coordination de nos mouvements et la communication rapide entre les différentes parties du corps. Il nous permet aussi de ressentir des sensations conscientes ou inconscientes.

En relation avec le système nerveux, les sens permettent à l'être humain de percevoir son environnement. Chez le sportif, ce sont principalement la vue (système visuel) et l'ouïe (système auditif) qui sont sollicitées.



La natation artistique est l'un des sports aquatiques en équipe qui met le plus à l'épreuve ces deux sens. Des haut-parleurs sous-marins aident les sportifs à rester synchronisés.



Le sais-tu ?

Le sens de l'équilibre est principalement lié au système vestibulaire de l'oreille interne dont les cellules réceptrices ont des cils situés dans une cavité remplie de liquide.

Lorsque le liquide bouge sous l'effet d'un changement d'orientation de la tête ou sous l'effet d'une accélération, les cils bougent et les cellules transmettent un signal au système nerveux.

Le cerveau peut contrôler la coordination des muscles pour rétablir l'équilibre.



Et de l'équilibre, il en faut pour ne pas tomber de sa planche à voile (ou windsurf) ou du bout de sa barque lors des joutes nautiques où deux sportifs debout chacun sur un bateau essaient de se faire tomber dans l'eau avec une lance en bois.



# PHYSIOLOGIE & SANTÉ

## Le système respiratoire

Le système (ou appareil) respiratoire est l'ensemble des organes permettant d'acheminer l' $O_2$  de l'extérieur (air) vers les cellules et d'éliminer le  $CO_2$  produit durant la respiration cellulaire.

Le corps ne peut stocker l' $O_2$ . L'être humain doit donc respirer en permanence et a besoin de 5L d'air/minute. Le cerveau régule le rythme respiratoire en fonction des niveaux d' $O_2$  et de  $CO_2$  dans le sang. Les échanges entre ces gaz se font au niveau des alvéoles pulmonaires.

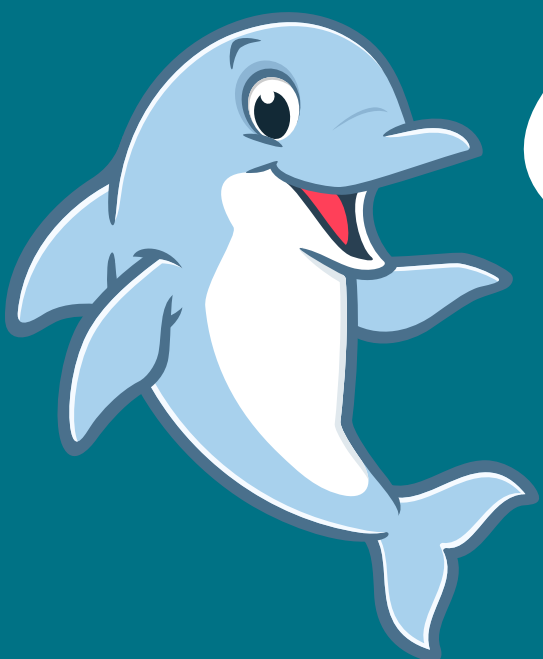
### Et dans l'eau ?

Le nageur s'entraîne à souffler dans l'eau et à inspirer une fois la bouche hors de l'eau.

Le plongeur peut se munir d'une bouteille de plongée. La bouteille de plongée est un réservoir métallique contenant du gaz comprimé. Elle est portée sur le dos du plongeur. Il respire l'air contenu dans la bouteille avec un détendeur.

*Lors d'une respiration normale, un volume d'environ 0,5L d'air est inspiré puis à nouveau expiré. Après une inspiration particulièrement profonde et une expiration la plus complète possible, cette quantité d'air peut s'élever à près de 2L. C'est la capacité vitale pulmonaire (volume respiratoire maximal).*

Le sais-tu ?



*Même en cas d'expiration maximale, un volume d'air résiduel de 1 à 1,5L d'air subsiste dans les poumons. Si l'on ajoute cette valeur à la capacité vitale, on obtient la capacité pulmonaire totale, qui s'élève à environ 3,5 à 4L.*



Certains plongeurs s'entraînent à utiliser leur capacité pulmonaire totale et peuvent retenir leur respiration pendant plusieurs minutes sans apport d'air extérieur : c'est la plongée en apnée.

En eau libre, il existe plusieurs variantes : **apnée à poids constant** (le plongeur est lesté par des poids), apnée en immersion libre (le plongeur descend et remonte à l'aide d'un câble), **apnée à poids variable** en "no limit" : les plongeurs descendent agrippés à un appareil lesté.

En piscine, on pratique l'**apnée statique** (plongeon la tête la première le plus longtemps possible) et l'**apnée dynamique** (parcours d'une distance la plus longue possible, avec ou sans palme).

Attention : ces pratiques doivent toujours être réalisées sous le contrôle de professionnels !

Les nourrissons ont gardé les mouvements réflexes de natation, d'apnée et l'ouverture spontanée des yeux sous l'eau. On peut pratiquer, avec des professionnels, des séances de "bébé nageur" (à partir de 4 mois).



Le sais-tu ?

*L'air inhalé renferme 21 % d' $O_2$ , 0,04 % de  $CO_2$  et 78 % de diazote ( $N_2$ ). L'air expiré renferme 17 % d' $O_2$  et 4 % de  $CO_2$  car le corps a brûlé de l' $O_2$  dans les muscles en générant du  $CO_2$ .*

# PHYSIOLOGIE & SANTÉ

## Le système circulatoire

Le système (ou appareil) circulatoire ou appareil cardiovasculaire, assure le transport du sang du cœur vers les extrémités et les divers organes et, en retour, de ceux-ci vers le cœur.

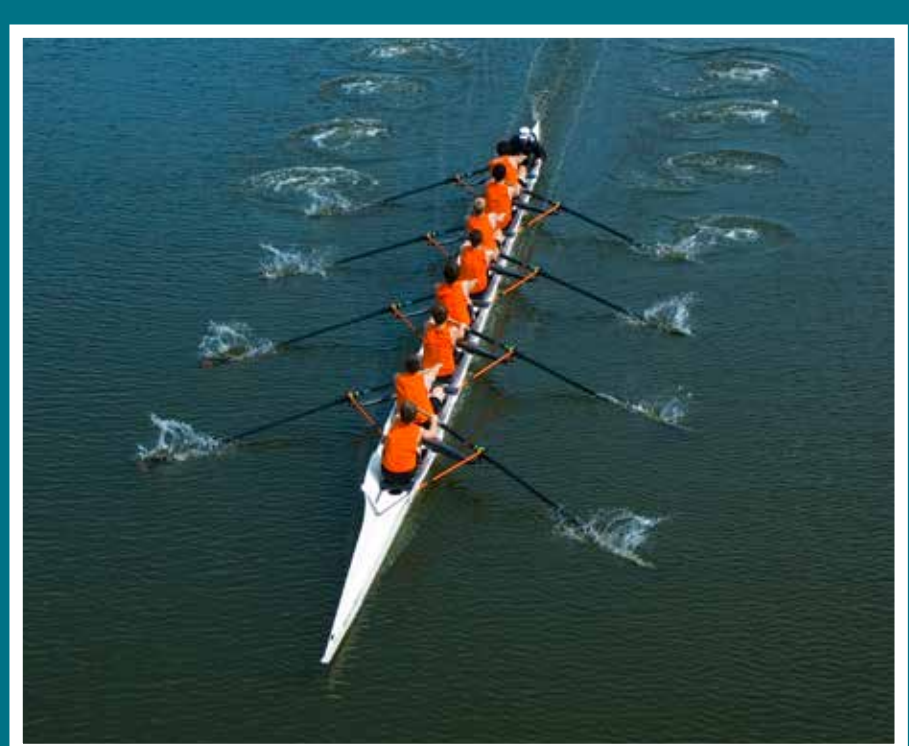
Il est constitué du cœur et des vaisseaux sanguins (système vasculaire). Le sang circule ainsi grâce à un réseau d'artères, de veines et de capillaires représentant près de 100 000 km de vaisseaux sanguins.

Les artères ont des parois musculaires épaisses pour résister à la pression du cœur. La pression artérielle correspond à la pression du sang dans les artères. Elle représente la force (ou pression, ou tension) exercée par le sang sur la paroi des artères. Elle est exprimée couramment par deux chiffres : la pression artérielle systolique et la pression artérielle diastolique. L'effort entraîne une augmentation physiologique de ces chiffres.



*L'hypertension artérielle (HTA) est une pathologie cardio-vasculaire définie par une pression artérielle trop élevée. Elle peut avoir différentes origines et bénéficie de différents traitements (diététique, médicaments...).*

*L'exercice régulier, comme - pourquoi pas - la pratique de l'aviron ou du canoë kayak (qui permet d'exercer les muscles et le cœur), a des effets bénéfiques sur l'HTA.*



*Le sportif propulse un bateau étroit sur une étendue d'eau plate à l'aide de rames ou avirons (ou pelles) fixées au bateau.*

*Dans un canoë (inspiré des barques des indiens d'Amérique du Nord), le sportif est à genoux et utilise une pagaie simple (il pagaie des 2 côtés du canoë).*

*Dans un kayak (inspiré des embarcations des Esquimaux), il est et assis et utilise une pagaie double.*



### Et si on reparlait de la plongée et des conséquences de la profondeur ?

Si le plongeur dépasse la pression en  $O_2$  tolérée par son organisme, c'est l'**hyperoxie** qui peut entraîner une inflammation des alvéoles pulmonaires (rosissement du visage, difficulté à respirer) ou un arrêt respiratoire avec perte de connaissance.

Lors de sa remontée à la surface de l'eau, il doit respecter un **protocole très précis**. Lors de cette étape, la pression diminue et l'air contenu dans les poumons gonfle. S'il n'expire pas assez ou s'il remonte trop rapidement, il y a une surpression pulmonaire : c'est l'**accident barotraumatique**.

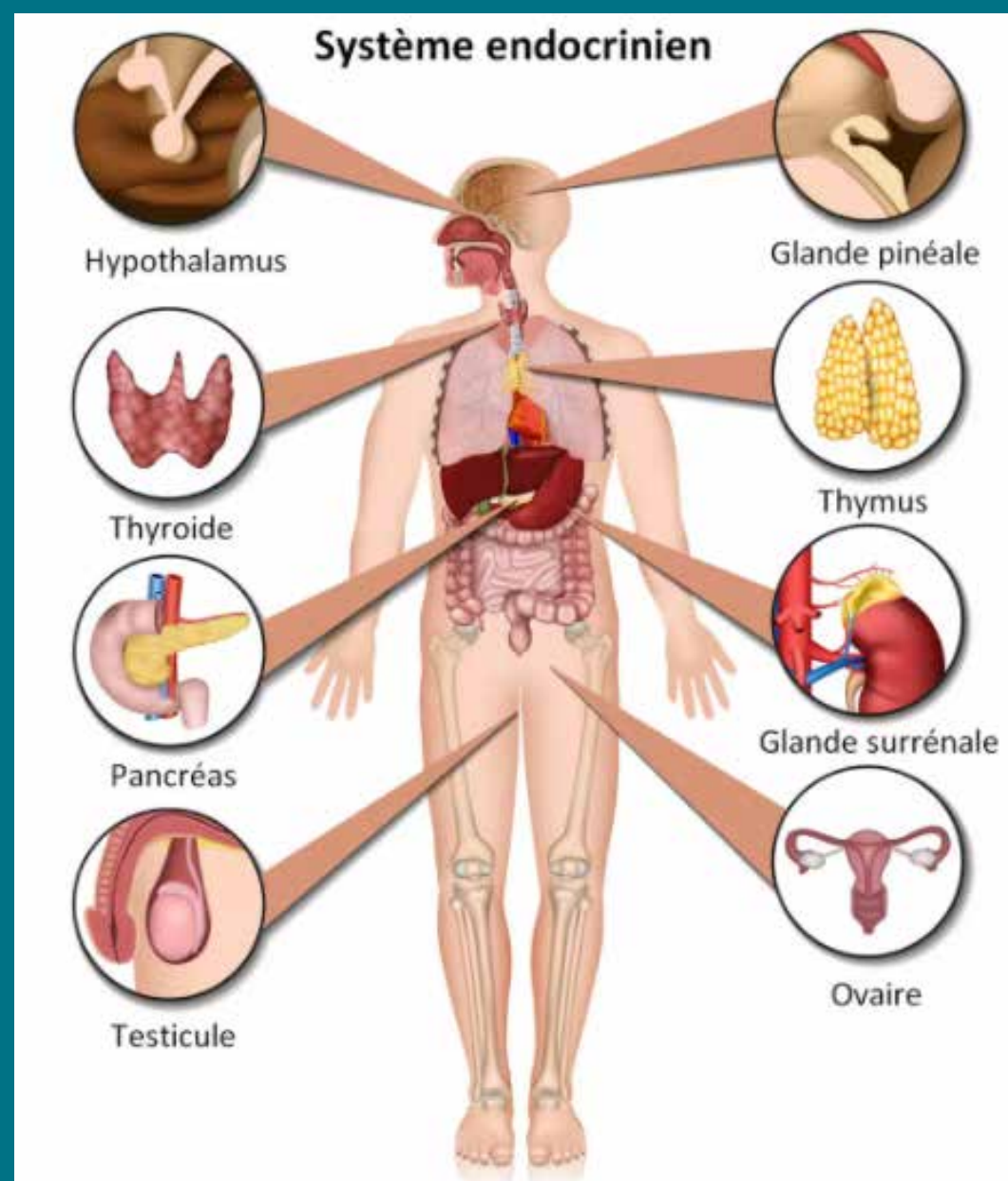
L'augmentation de la pression entraîne également la dissolution de gaz inertes dans le sang, en particulier le diazote ( $N_2$ ). En profondeur, le sang et les tissus se chargent en  $N_2$  dissous.

En cas de remontée trop rapide, la pression diminue trop rapidement et le  $N_2$  dissous dans le sang s'échappe de l'organisme en formant des bulles. Celles-ci risquent de boucher les vaisseaux sanguins en formant des caillots, bloquant l'irrigation en sang du cœur ou du cerveau. C'est l'**accident de décompression**.



# PHYSIOLOGIE & SANTÉ

## Le système endocrinien



Le système endocrinien regroupe l'ensemble des organes et des tissus qui sécrètent des hormones produites par les glandes dites endocrines car leur sécrétion passe directement dans la circulation sanguine.

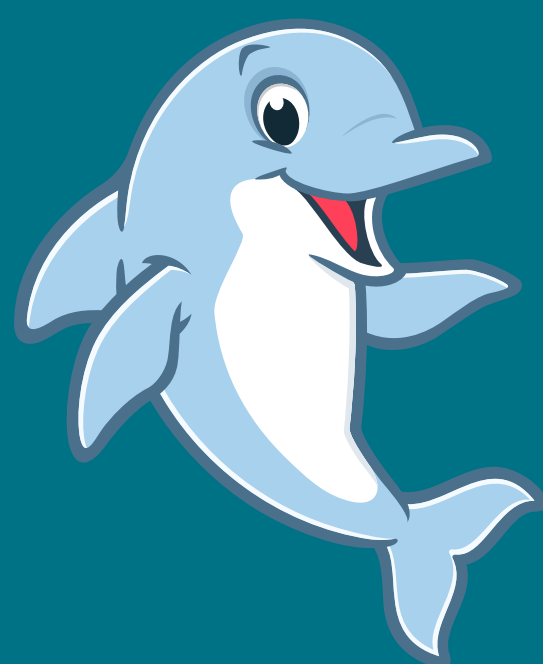
Le sport, par ses effets sur différents organes du corps humain, bouleverse le système endocrinien et la production d'hormones.

### **Les hormones de la performance :**

Leurs taux sont au pic au moment de l'effort

- Les catécholamines (épinéphrine, noradrénaline, dopamine) accélèrent le rythme cardiaque, augmentent la capacité pulmonaire et la glycémie sanguine.
- La testostérone participe à la fabrication des protéines impliquées dans la constitution du muscle après l'effort. Elle augmente la masse et la puissance musculaires, mais peut entraîner des désordres hormonaux graves.
- L'érythropoïétine est sécrétée par le foie et surtout par les reins. Elle joue un rôle important dans la production et la maturation des globules rouges (qui transportent l'O<sub>2</sub> vers les différents organes).
- La somatotropine (ou hormone de croissance) est indispensable à la fabrication de nombreuses protéines. Elle mobilise les lipides et glucides utilisés dans l'effort.
- L'aldostérone et la vasopressine enclenchent la réabsorption d'eau et sels minéraux par les reins, pour éviter la déshydratation. Elles ont aussi un effet vasoconstricteur et donc influent sur la tension artérielle.

**Le sais-tu ?**



*Des scientifiques ont montré que d'être encouragé par une foule de supporters accroît la motivation des joueurs et peut induire une élévation du taux de testostérone !*

*Plus l'adversaire est difficile à battre, plus le taux est élevé.*



### **Les hormones de l'humeur :**

Leurs variations se ressentent sur le mental du sportif.

- La sérotonine, produite principalement dans l'intestin, est augmentée par l'activité physique. Elle réduit la perception de la douleur et pondère les accès d'agressivité, de dépression et de désinhibition.
- La dopamine, produite par l'hypothalamus, fournit au cerveau une dose de plaisir. Elle fait partie des hormones responsables d'un effet d'accoutumance au sport en pratique intensive.



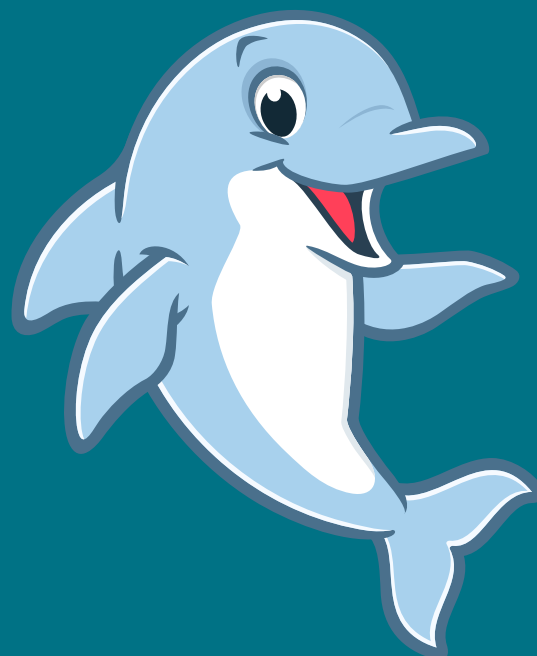
# PHYSIOLOGIE & SANTÉ

## Le système endocrinien

### Les hormones de la douleur... et du plaisir :

- Les endorphines sont libérées par l'hypophyse et l'hypothalamus lors de sport d'endurance jusqu'à plusieurs heures après l'effort. Elles sont appréciées en antidouleur et antifatigue, permettant aux sportifs de maintenir une performance élevée sur une plus longue période. Ces effets peuvent aussi cacher les signaux d'alerte de l'organisme et conduire à des troubles graves. Elles créent une "sensation d'euphorie, de puissance, de déplacement sans effort et même d'extase" proche de celle produite par les drogues d'origine naturelle ou chimique et sont responsables d'un effet d'accoutumance au sport.

Le sais-tu ?



Le triathlon est l'un des sports d'endurance le plus complet, les athlètes enchainent 1,5 km de natation, 40 km à vélo et 10 km de course à pied.



### Les hormones de l'appétit :

le sport aide à la régulation de l'appétit et du poids !

- Le cortisol provoque la faim. Le sport intense augmente son taux, pour avertir l'organisme qu'il doit se nourrir.
- La leptine est au contraire une hormone anorexigène (elle coupe la faim) et aide à obtenir la satiété. Elle est défailante chez les sujets en surpoids mais le sport améliore son efficacité.
- L'adiponectine, produite par le tissu adipeux, joue un rôle dans la résistance à l'insuline. L'activité sportive élève sa concentration, les muscles utilisent alors en priorité le glucose et les acides gras, évitant le stockage.

### La lutte contre le dopage

Des hormones, naturelles ou de synthèse, principalement testostérone, hormones de croissance et érythropoïétine, sont parfois administrées aux sportifs pour améliorer leurs performances.

C'est le dopage, une pratique interdite en compétition.

L'Agence Française de Lutte contre le Dopage (AFLD) procède à des prélèvements urinaires et sanguins pour détecter leur présence. Depuis 2014, le passeport biologique permet leur suivi et de détecter des variations anormales, indicateurs de dopage.



# HANDISPORT & SPORT ADAPTÉ

Les sportifs ayant un handicap physique ou sensoriel (principalement visuel ou auditif) pratiquent les différentes disciplines offertes par **le handisport**.

**Le sport adapté** rassemble l'ensemble des activités physiques et sportives pour les personnes présentant un handicap mental ou un trouble psychique. Les règles des sports pratiqués sont adaptées aux handicaps.

Science et technologie peuvent venir en aide à ces sportifs, en particulier déficients moteur, par le biais de prothèses (dispositif artificiel destiné à remplacer un membre ou une articulation), l'adaptation de fauteuils roulants ou d'autres stratagèmes et innovations.

Le fauteuil roulant à cadre rigide à 3 ou 4 roues avec une roue arrière anti-bascule permet à des athlètes atteints de déficit moteur de pratiquer le basket-fauteuil lors de matchs où 2 équipes de 5 joueurs s'affrontent.

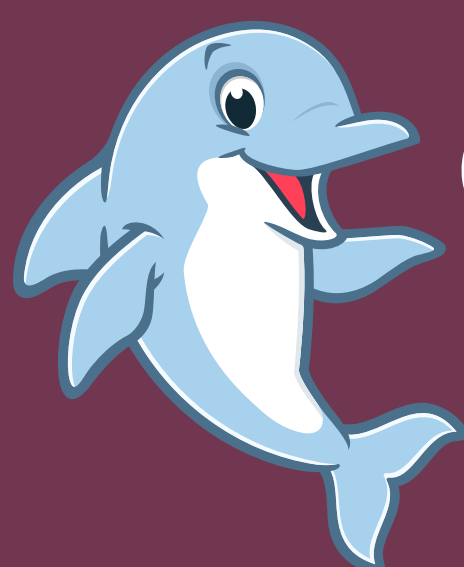


Dans le cadre du rugby-fauteuil, ce fauteuil est équipé d'un double pare-chocs. Les fauteuils offensifs sont conçus pour la vitesse et la mobilité, ils ont un pare-chocs arrondi afin d'éviter les accrochages avec leurs adversaires. Les fauteuils défensifs disposent d'un pare-chocs que les joueurs utilisent pour accrocher et maintenir le fauteuil de leurs adversaires.

Les prothèses de membres inférieurs en particulier, ont bénéficié à des athlètes participant à des épreuves sportives, en particulier d'athlétisme, grâce à l'évolution des matériaux utilisés (bois, fibre de verre, alliages métalliques) et leur conception technologique (principe du flex-foot, "pied flexible") permettant une mobilité accrue de la cheville.



Pour la para natation, l'usage de prothèse est interdit. Le départ peut se faire par plongeon ou directement dans l'eau, si le handicap du nageur ne lui permet pas de se maintenir sur le plot de départ. Une aide manuelle est également permise à tout nageur ayant des difficultés à maintenir seul un contact avec le mur. Les nageurs ayant un handicap visuel sont aidés par un assistant avec une perche qui les touche à la tête, pour les prévenir de l'approche du mur au moment des virages et de l'arrivée de la course.



Le sais-tu ?

**Les Jeux Paralympiques (JPO) de Paris 2024 compteront 22 sports au programme.**



Deux sports sont uniquement réservés aux joueurs en situation d'handicap :

- la boccia, jeu de balle où différents instruments permettent de compenser le handicap : rampe pour faire rouler la balle, pointeur fixé sur le bras, licorne fixée sur la tête pour aider à pousser la balle
- le goalball, réservé aux déficients visuels, qui jouent à l'aide d'un ballon en caoutchouc dur, renfermant deux grelots pour être sonore.

L'intégration du sport adapté à ces JPO fait parfois l'objet de nombreuses controverses.

Venez en discuter avec nous au cours du débat "**Qu'apporte le Sport pour des personnes en situation d'handicap mental**", en partenariat avec l'**Association Ellipse 78** : vendredi 13 octobre à 19h - mairie de Louveciennes.